

Risco Potencial das Pragas de Milho e de Sorgo no Brasil



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

Documentos 150

Risco Potencial das Pragas de Milho e de Sorgo no Brasil

Ivan Cruz
Fernando Hercos Valicente
Paulo Afonso Viana
Simone Martins Mendes

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2013

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45

Caixa Postal 151

CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027-1100

Fax: (31) 3027-1188

Home page: www.cnpms.embrapa.br

E-mail: cnpms.sac@embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau

Membros: Dagma Dionísia da Silva, Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro,

Monica Matoso Campanha, Maria Marta Pastina, Rosângela Lacerda

de Castro e Antonio Claudio da Silva Barros

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro

Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa

Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa

Foto(s) da capa: Ivan Cruz

1ª edição

1ª impressão (2013): 2.000 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Milho e Sorgo

Risco potencial das pragas de milho e de sorgo no Brasil / Ivan

Cruz... [et al.]. -- Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013.

40 p. (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277;
150).

1. Praga de planta. 2. *Zea mays*. 3. *Sorghum bicolor*. I. Cruz, Ivan.
II. Série.

CDD 632.9 (21. ed.)

© Embrapa 2013

Autores

Ivan Cruz

Engenheiro Agrônomo, D.Sc. em Entomologia,
Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete
Lagoas, MG, ivan.cruz@embrapa.br

Fernando Hercos Valicente

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Controle Biológico/
Biologia Molecular, Pesquisador da Embrapa Milho
e Sorgo, Sete Lagoas, MG, fernando.valicente@embrapa.br

Paulo Afonso Viana

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Entomologia,
Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete
Lagoas, MG, paulo.viana@embrapa.br

Simone Martins Mendes

Engenheira Agrônoma, D.Sc. em Entomologia,
Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete
Lagoas, MG, simone.mendes@embrapa.br

Apresentação

A infestação de insetos-pragas nas lavouras brasileiras é algo que pode trazer sérias perdas aos agricultores, levando-os, muitas vezes, a terem prejuízos com a atividade agrícola. Estas perdas podem chegar, de maneira geral, a 30% do potencial de produção das culturas. Uma vez que a produção de grãos tem margem pequena de lucro líquido, isto quer dizer que o agricultor vai operar com prejuízo.

Muitas são as tecnologias apresentadas para combater esses insetos. Elas devem estar integradas em um programa de manejo e englobam técnicas que vão desde a produção de sementes transgênicas resistentes às pragas até as práticas de controle biológico ou controle com inseticidas químicos. Todas elas são comprovadamente eficientes sob determinadas situações e condições edafoclimáticas.

Observa-se, porém, que o uso inadequado destas tecnologias pode resultar em perda da eficiência de controle das pragas, criando resistência dessas aos produtos e às práticas usados, e assim todo o esforço de pesquisa e desenvolvimento pode ser perdido se o uso

delas não satisfizer algumas condições básicas. Quando estas tecnologias envolvem algum relacionamento com seres vivos, o risco é proporcionalmente maior.

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) pode ser considerado um avanço no que tange ao controle de insetos-pragas na agricultura, sendo uma das práticas que têm contribuído para a manutenção da eficiência das novas técnicas. Essa prática consiste na combinação de estratégias em que a complementaridade do uso das tecnologias permite uma ação mais eficiente, mais benéfica para o meio ambiente e mais econômica para o produtor. O MIP faz parte do rol de técnicas sustentáveis para as quais a Embrapa Milho e Sorgo tem voltado seus esforços nos últimos anos.

No momento atual, quando o ataque dos insetos-pragas tem trazido preocupações constantes aos produtores, temos a satisfação de disponibilizar esta publicação, que traz uma síntese dos últimos avanços no tema.

Antonio Alvaro Corsetti Purcino
Chefe-Geral
Embrapa Milho e Sorgo

Sumário

Apresentação	5
Risco Potencial das Pragas de Milho e de Sorgo no Brasil	9
Referências	27
Anexo I: Insetos sugadores de milho e de sorgo	30
Anexo II: Insetos mastigadores de milho e de sorgo	34

Risco Potencial das Pragas de Milho e de Sorgo no Brasil

Ivan Cruz

Fernando Hercos Valicente

Paulo Afonso Viana

Simone Martins Mendes

A cultura do milho no Brasil, como praticamente todos os cultivos agrícolas, é hospedeira de diferentes espécies de insetos fitófagos, que invariavelmente causam prejuízos econômicos ao país, sendo observado atualmente que muitas espécies consideradas chaves para um cultivo são também muito importantes para outros. É o que acontece, por exemplo, com a lagarta-do-cartucho, antes somente praga-chave de milho, que atualmente já é considerada praga importante em algodão, soja e sorgo, cultivos que estão espacial e fisicamente associados uns aos outros. Merece inclusive ser citada a presença de uma nova espécie de lagarta, a *Helicoverpa armigera*, causando severos danos exatamente nos cultivos já mencionados, além de outros tantos. Na realidade, vários outros exemplos podem ser apontados. O aumento da cigarrinha-das-pastagens em milho, especialmente no sistema de integração lavoura-pecuária; os percevejos oriundos da soja e do trigo de primeira safra, aumentando sua população em milho de segunda safra; e as espécies fitófagas de hábito subterrâneo e longo ciclo biológico, comuns a vários cultivos de importância econômica. Tais exemplos indicam que hoje as estratégias modernas de manejo têm de considerar o sistema de cultivo, ao contrário do passado, em que o manejo da

praga era pensado apenas em um cultivo isoladamente. Também é necessário mudar a concepção de se utilizar apenas um método de controle de pragas. E este método único tem sido baseado quase exclusivamente em produtos químicos (popularmente denominados agrotóxicos), propiciando o aparecimento de populações de pragas resistentes aos diferentes princípios ativos aplicados. Resistência a inseticidas faz parte das hipóteses atribuídas ao ataque intenso da *H. armigera*, não só no Brasil, mas também na sua região de origem. Certamente, o uso intenso e inadequado de inseticidas químicos no nosso país é responsável pelo aumento da tolerância de diferentes espécies de insetos fitófagos.

Com base nos dados do Censo Agropecuário Brasileiro (IBGE, 2007), Bombardi (2011) indica que em áreas maiores do que 100 hectares, 80% das propriedades utilizam agrotóxicos. Em áreas pequenas (até 10 hectares) e médias (entre 10 e 100 hectares), o uso de agrotóxicos ocorre em 27 e 36% das propriedades rurais, respectivamente.

Segundo dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e do Observatório da Indústria dos Agrotóxicos da UFPR, divulgados durante o 2º Seminário sobre Mercado de Agrotóxicos e Regulação, realizado em Brasília (DF), em abril de 2012, enquanto nos últimos dez anos o mercado mundial de agrotóxicos cresceu 93%, o mercado brasileiro cresceu 190%. Em 2008, o Brasil ultrapassou os Estados Unidos e assumiu o posto de maior mercado mundial de agrotóxicos (SEMINÁRIO..., 2012).

No segundo semestre de 2010 e no primeiro semestre de 2011, o mercado nacional de venda de agrotóxicos movimentou 936 mil toneladas de produtos, sendo 833 mil toneladas produzidas no país, e 246 mil toneladas importadas (SEMINÁRIO..., 2012). Os herbicidas,

por exemplo, representaram 45% do total de agrotóxicos comercializados. Os fungicidas respondem por 14% do mercado nacional, os inseticidas, 12%, e as demais categorias de agrotóxicos, 29%.

No Brasil na safra de 2011 foram plantados 71 milhões de hectares de lavoura temporária (soja, milho, cana, algodão) e permanente (café, cítricos, frutas, eucaliptos), o que corresponde a cerca de 853 milhões de litros (produtos formulados) de agrotóxicos pulverizados nessas lavouras, principalmente de herbicidas, fungicidas e inseticidas, representando média de uso de 12 litros/hectare e exposição média ambiental/ocupacional/alimentar de 4,5 litros de agrotóxicos por habitante (IBGE, 2012; SINDICATO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS, 2011).

Segundo Pignati e Machado (2011), o consumo médio de agrotóxicos vem aumentando em relação à área plantada, passando de 10,5 litros por hectare (l/ha) em 2002, para 12,0 l/ha em 2011. Tal aumento foi relacionado a vários fatores, dentre eles, a expansão do plantio da soja transgênica, que amplia o consumo de glifosato; a crescente resistência das plantas “daninhas”, dos fungos e insetos, demandando maior consumo de agrotóxicos e/ou o aumento de doenças nas lavouras, como a ferrugem-asiática na soja, com maior consumo de fungicidas.

A cultura da soja é a que mais consome agrotóxicos no Brasil, utilizando 40% do volume total, entre herbicidas, inseticidas, fungicidas, acaricidas e outros (adjuvantes, surfactantes e reguladores). Em seguida está o milho, com 15%; a cana e o algodão, com 10%; depois, os cítricos, com 7%; o café (3%); o trigo (3%); o arroz (3%); o feijão (2%); a pastagem (1%); a batata (1%); o tomate (1%); a maçã (0,5%); a banana (0,2%), e as demais culturas consumiram 3,3% do total de 852,8 milhões de litros de agrotóxicos pulverizados nessas

lavouras em 2011 (SINDICATO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS, 2012; WORKSHOP..., 2009).

Segundo Carneiro et al. (2012), o consumo médio de agrotóxicos (herbicidas, inseticidas e fungicidas) por hectare de soja foi de 12 litros; o de milho foi 6 l/ha; o de algodão foi 28 l/ha; o de cana foi 4,8 l/ha; o de cítricos, 23 l/ha; o de café, 10 l/ha; o de arroz, 10 l/ha; o de trigo, 10 l/ha e o de feijão foi de 5 l/hectare. Nota-se que as maiores concentrações de utilização de agrotóxicos coincidem com as regiões de maior intensidade de monoculturas de soja, milho, cana, cítricos, algodão e arroz. Mato Grosso é o maior consumidor de agrotóxicos, representando 18,9%, seguido de São Paulo (14,5%), Paraná (14,3%), Rio Grande do Sul (10,8%), Goiás (8,8%), Minas Gerais (9,0%), Bahia (6,5%), Mato Grosso do Sul (4,7%), Santa Catarina (2,1%). Os demais estados consumiram 10,4% do total do Brasil, segundo IBGE (2007), Sindicato Nacional das Indústrias de Defensivos Agrícolas (2012) e Theisen (2012).

Portanto, é preciso racionalizar o uso de inseticidas químicos de largo espectro de ação, apesar de eles ainda serem necessários pela facilidade de serem encontrados no mercado, e, em alguns casos, pela eficiência no controle do inseto-alvo. No entanto, não se pode desconsiderar o fato de possuírem substâncias que se acumulam em níveis que podem causar danos ao meio ambiente, além de destruírem os agentes de controle biológico natural e permitirem o surgimento de pragas secundárias, bem como o ataque mais intenso da praga primária. De um modo geral, as pragas secundárias não teriam tanta importância antes do uso destes inseticidas químicos de largo espectro.

Dentro deste contexto, é fundamental que se utilize o Manejo Integrado de Pragas (MIP). O MIP pode ser definido como o uso de

várias técnicas de controle de insetos, tendo como objetivo, além de preservar e aumentar os fatores de mortalidade natural, manter a população da praga-alvo em níveis abaixo daqueles capazes de causar dano econômico. Dentro dos preceitos do MIP, ainda muito pouco utilizados no Brasil, devem-se integrar técnicas de controle que incluem primordialmente o reconhecimento do papel regulador dos insetos fitófagos pelo aumento da biodiversidade de organismos benéficos (inimigos naturais das pragas), como os artrópodes predadores, parasitoides e os entomopatógenos. Assim sendo, o uso de outras táticas de manejo, como os tratamentos culturais ou até mesmo os produtos químicos, deve considerar a preservação dos inimigos naturais das pragas.

O milho é hospedeiro de várias espécies de pragas de hábito subterrâneo, as quais danificam as sementes após o plantio, atacam o sistema radicular e a base do colmo das plantas. Tais insetos, embora de grande importância econômica para o Brasil, muitas vezes passam despercebidos pelos produtores rurais por não serem facilmente observados causando danos à planta. Muitas destas espécies já se encontram no solo antes mesmo do plantio. O desconhecimento, a falta de técnicas apuradas de monitoramento ou mesmo o desinteresse podem pôr em risco o potencial produtivo da lavoura, considerando que, uma vez semeado o milho ou o sorgo, não há método eficaz de controle das pragas subterrâneas.

Geralmente, o ataque das pragas subterrâneas acarreta falha na lavoura, e as plantas sobreviventes, na maioria das vezes, tornam-se improdutivas ou aumentam as perdas na colheita mecânica, por causa do tombamento ocasionado pelos danos no sistema radicular. A dinâmica populacional da entomofauna subterrânea varia de acordo com as práticas de manejo das culturas, as condições edafoclimáticas e a ocorrência de inimigos naturais das espécies de

insetos-praga na lavoura. O sistema de plantio direto ou convencional é um dos fatores que mais influenciam na ocorrência de pragas de hábitos subterrâneos que atacam o milho e o sorgo logo após o plantio.

No passado, o controle do complexo de pragas subterrâneas era realizado eficientemente com inseticidas de longo período residual e largo espectro de ação. Atualmente, os inseticidas utilizados possuem curto período residual e são influenciados pela formulação, pelo método de aplicação, pela incorporação e pelas condições do solo, como umidade, temperatura e presença de micro-organismos. Para a decisão de controle, é necessário considerar a escolha de produtos mais seletivos visando à manutenção de inimigos naturais. Além dos inseticidas, o manejo de culturas e o emprego de cultivares mais resistentes têm sido também utilizados com o objetivo de melhorar o controle de pragas na lavoura de milho.

Os insetos sugadores, nos últimos anos, vêm aumentando de importância, principalmente para a cultura de milho, em decorrência do grande potencial para causar danos à planta recém-emergida. Nesta fase de desenvolvimento, a plântula é muito sensível ao dano e pode ser morta pela praga. A redução no número esperado de plantas por unidade de área traz como consequência imediata a redução na produtividade, especialmente em função da contribuição significativa da produção por unidade de planta. Deve ser também considerada a dificuldade no manejo dos insetos que também atacam hospedeiros que convivem próximos à plantação, como é o caso da cigarrinha-das-pastagens, *D. flavopicta*, e dos percevejos (*Dichelops melacanthus* e outros), cujos adultos migram constantemente da pastagem ou da soja, respectivamente, para o milho. Muitas vezes, a redução do potencial de risco para o milho pode ser alcançada pelo correto manejo da praga nos hospedeiros alterna-

tivos. Cuidado especial deve ser tomado em relação ao manejo da cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) por se tratar de um inseto com potencial de dano à planta, que ocorre de duas maneiras. A primeira, pelo dano direto causado pela alimentação. Dependendo da densidade populacional do inseto, há redução de matéria seca e matéria verde, com consequente redução no potencial produtivo da planta. A segunda maneira, e até mais importante, é a capacidade e a eficiência da praga em transmitir patógenos para a planta, cuja infecção pode causar perdas severas em produtividade em culturas suscetíveis. Apesar de ser uma medida preventiva, o tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos é uma alternativa viável de manejo dos insetos sugadores em milho, especialmente para as infestações em plântulas e em áreas cujo histórico mostra incidência constante de tais pragas. No entanto, é fundamental a correta escolha do produto a ser utilizado, dando preferência para produtos que também possam ter ação sobre pragas subterrâneas.

Apesar da grande expectativa mundial com as plantas geneticamente modificadas - milho *Bt* (plantas que produzem toxinas da bactéria *Bacillus thuringiensis* com ação sobre as lagartas, após sua ingestão), os insetos mastigadores (Lepidoptera), alvo principal da planta *Bt*, ainda podem ser considerados como as pragas mais severas da cultura do milho. Presença constante nas lavouras, local e modo de ataque, grande potencial reprodutivo e grande diversidade de plantas hospedeiras são características que tornam as espécies de Lepidoptera pragas-chaves não só no milho, mas também em outras espécies vegetais, além das gramíneas (Poaceas).

A principal lagarta do milho, sem dúvida, é a chamada lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*. Seu nome comum, na realidade atual, não é apropriado, pois o inseto está presente em praticamente todos os estágios de desenvolvimento da planta, incluindo

obviamente a espiga, onde se alimenta dos grãos em formação. A presença da praga logo após a emergência das plantas pode ocasionar elevadas perdas em produtividade de grãos, em virtude da sensibilidade delas, que não resistem ao dano causado pela praga. A consequência disso é a grande redução no número ideal de plantas por unidade de área. O potencial de perdas é elevado quando também há presença de espécies sugadoras. Uma planta atacada a cada 10 é suficiente para causar danos econômicos. Assim sendo, o agricultor deve estar constantemente monitorando sua lavoura para detectar a presença da lagarta. Este monitoramento, geralmente, não é realizado adequadamente, e, em função disso, as medidas de controle não são tomadas na época correta. Além dos gastos com a pulverização, não se consegue evitar o dano da praga. Mesmo que haja a pulverização, há necessidade de monitoramento contínuo, em função do fluxo constante de mariposas de fora para dentro da área cultivada. Este monitoramento é em especial necessário quando a planta está na fase de “cartucho”. A lagarta que se encontra dentro do cartucho da planta não é facilmente detectada visualmente. A presença de folhas danificadas na região do cartucho e a presença de fezes da lagarta muitas vezes são erroneamente adotadas como indicativos para a entrada de medidas de controle. Afirma-se isso porque tal sintoma de dano é geralmente provocado por lagartas mais desenvolvidas, que geralmente são mais tolerantes às doses dos inseticidas aplicados.

O não ajuste de dose, a calibração dos pulverizadores e até mesmo a escolha do inseticida são fatores de insucesso no controle da praga. Das 248 marcas comerciais de inseticidas registrados no Mapa para uso em milho, 142 (57%) têm registro para a lagarta-do-cartucho (AGROFIT, 2003).

O complexo de pragas que atacam as espigas até recentemente

não era motivo de preocupação para o cultivo de milho para grãos. A espécie mais conhecida é a lagarta-da-espiga, *Helicoverpa zea*, que coloca seus ovos nos estilos-estigma, individualmente, podendo chegar a até 15 por espiga. As lagartas penetram no interior da espiga e iniciam a destruição dos grãos em formação.

Recentemente, foi identificada no Brasil a espécie *H. armigera*, morfológicamente muito semelhante à espécie *H. zea*, porém, com algumas características adaptativas que a colocam numa situação de praga com grande potencial para causar prejuízos econômicos ao agronegócio brasileiro. Mobilidade, polifagia e alta taxa de reprodução são atributos que diferenciam *H. armigera* de *H. zea* em relação à capacidade de causar prejuízos. E tão importante quanto os demais atributos, *H. armigera* é resistente a diversos princípios ativos de inseticidas químicos. Por todos estes fatores, a praga pode rapidamente atingir altas populações e, portanto, causar grandes prejuízos econômicos.

Deve ser mencionado, no entanto, que a espécie *H. zea* também pode vir a se tornar uma praga importante em termos de risco potencial para o milho, pois sua presença na cultura é comum, especialmente na fase de ovo. A baixa presença de lagartas, e consequentemente de danos na espiga, é função do controle biológico natural efetivo por meio do parasitoide de ovos *Trichogramma* spp e provavelmente de outras espécies de insetos benéficos. Este exemplo clássico do efeito significativo do controle biológico natural é explicado pela não utilização de outros métodos de controle, permitindo o equilíbrio no sistema.

Com a entrada da *H. armigera* no sistema produtivo é necessário pensar em medidas de controle mais sustentáveis para não causar ruptura no equilíbrio propiciado por agentes de controle biológico

natural, o que pode significar dificuldades adicionais ao MIP em curto prazo. Além do milho, são hospedeiras do complexo *Helioverpa* as culturas de algodão, tomate, soja, sorgo, trigo, girassol, alho, berinjela, cebola, chuchu, ervilha, feijão, feijão-vagem, fumo, jiló, melancia, melão, pepino, pimentão, abóbora e abobrinha. Geralmente, a lagarta ataca as partes comercializáveis das plantas.

Existem diferentes estratégias de manejo dos insetos fitófagos em milho, pois cada espécie demanda técnica específica. No entanto, para todas, é fundamental o monitoramento da lavoura na época provável da ocorrência de cada uma delas para que a tomada de decisão sobre a necessidade de controle seja em tempo hábil e a mais correta possível. Métodos químicos (produtos seletivos, baixa toxicidade e baixo impacto ambiental) ou biológicos (uso de outros insetos), como predadores e parasitoides e/ou agentes microbianos causadores de doenças e atualmente plantas de milho *Bt*, podem ser utilizados no manejo destas pragas, desde que aplicados rigorosamente dentro das técnicas recomendadas pela pesquisa.

Particularmente, no caso das espécies de Lepidoptera, existe disponibilidade comercial de vespas do gênero *Trichogramma* cuja ação é sobre os ovos da espécie fitófaga. Neste caso, a praga é eliminada antes de causar qualquer dano à planta. Em áreas com liberação da vespinha há também contribuição de outros agentes de controle biológico natural, muitas vezes eliminados da área de cultivo de milho pela ação de inseticidas químicos não seletivos, especialmente da lagarta-do-cartucho. Tais agentes de controle biológico devem ser considerados como parte fundamental de um programa de manejo integrado, especialmente associado com o uso de plantas de milho *Bt*, tanto para o manejo da lagarta-do-cartucho como para o complexo de pragas da espiga, incluindo, neste caso, até mesmo a *H. armigera*. Ao contrário de outras medidas de controle, como

aquelas baseadas em pulverizações, que encontram dificuldades para atingir o alvo (espiga), a vespa *Trichogramma* uma vez na área tem condições próprias de ir ao encontro de seu hospedeiro (inseto-praga). Por ser um agente de controle biológico específico de ovos, elimina a praga precocemente, impedindo o nascimento das lagartas. Adicionalmente, sendo uma espécie liberada em seu hábitat natural, sua interferência com os demais agentes de controle biológico é mínima. Na realidade, há geralmente uma soma de efeitos positivos com contribuições individuais de cada espécie benéfica.

A eficiência das liberações de insetos benéficos, como a vespa *Trichogramma*, tem sido aumentada quando associada à armadilha contendo feromônio sexual para detectar a presença da mariposa na área-alvo, que é o melhor método de tomada de decisão sobre a época de liberação do agente de controle biológico.

Quando a opção de controle for por produtos microbianos, como *Baculovirus* e *Bacillus thuringiensis*, para que se garanta a eficiência na aplicação, especialmente para a lagarta-do-cartucho, devem ser respeitados alguns fatores importantes. O primeiro deles é que a cultura deve ser monitorada semanalmente para se detectar o nível de ataque de insetos na lavoura. Em determinadas regiões, o ataque de praga se inicia uma semana após a germinação das sementes, o que faz com que o produtor deva conhecer o sintoma inicial de ataque de pragas. Outro fator é respeitar a arquitetura da planta de milho, que cresce verticalmente, e, havendo necessidade, devem ser realizadas aplicações semanais do biopesticida, do mesmo modo que é feito com o uso de produto químico.

É necessário realizar as pulverizações sempre à tarde, para se evitar uma maior incidência de raios ultravioletas (UV). Os raios UV são um dos principais fatores de inativação deste biopesticida

em campo. Outro fator importante é usar uma quantidade maior de água para que se consiga molhar as folhas e atingir o inseto dentro do cartucho, local preferido dele, juntamente com o uso do espalhante adesivo, para fixar o produto na folha. Para se usar uma menor quantidade de água, deve-se ter o equipamento apropriado para ultrabaixo volume. Deve-se verificar também se a umidade relativa do ar não está muito baixa e as gotas muito pequenas, pois se pode perder muito com a evaporação antes mesmo de o produto atingir a folha pulverizada. Problemas sempre ocorrem quando, para se obter maior rendimento, são feitas aplicações com uma quantidade muito pequena de água e uma maior velocidade do trator, o que resulta numa má aplicação de qualquer produto, tanto químico quanto biológico, não se realizando deste modo um controle satisfatório de insetos-pragas.

Embora haja tendência à redução na quantidade de agroquímicos no ambiente, o controle químico ainda é necessário em certas circunstâncias.

A seleção de uma molécula inseticida para o controle de uma determinada espécie de praga deverá basear-se em informações de nível de controle, evitando-se que o dano atinja o limiar econômico. Além do custo, outros aspectos devem ser observados na escolha do inseticida, como a eficiência, a toxicidade, a seletividade, a persistência ambiental e a possibilidade de rotação com outros grupos de inseticidas com diferentes modos de ação para reduzir os riscos de desenvolvimento de resistência pela praga.

Para o controle da maioria das espécies de pragas da lavoura de milho, existem inseticidas recomendados. Pragas iniciais que atacam as sementes, as raízes e as plântulas são geralmente controladas através do tratamento de sementes. Esse método possui

as vantagens de fácil utilização, menor quantidade de ingrediente ativo por área e menores custos de insumo e operacional. Para as demais pragas da parte vegetativa e reprodutiva, a aplicação de inseticidas geralmente é realizada por meio de pulverizações, podendo ser por meio de equipamento costal, tratorizada, aérea ou através de água de irrigação. A formulação dos inseticidas deverá ser adequada ao equipamento de aplicação e à praga-alvo. Para a pulverização, a época de aplicação, o tipo de bicos de pulverizadores, a vazão e a qualidade da água são fatores determinantes para o sucesso no controle.

Desde o ano de 2007, foram liberadas no Brasil para uso comercial as cultivares de milho *Bt*, uma tecnologia inovadora na expectativa de reduzir significativamente os problemas com as pragas de milho, notadamente aquelas espécies representadas pelas lagartas. Como contraponto a outras tecnologias de controle de pragas, pode-se destacar a limitação no uso, por exemplo, dos métodos culturais e biológicos em grandes áreas agrícolas ou mesmo que tais tecnologias não correspondiam às expectativas de manejo das pragas e à consequente redução das perdas ocasionadas por elas.

Na realidade, o grande apelo para a nova tecnologia é em relação ao uso já considerado abusivo de inseticidas químicos. A utilização de milho transgênico no Brasil é um caso de rápida adoção de uma tecnologia. Partindo-se da primeira safra, 2008/2009, em que os produtores apenas “experimentaram” a novidade, para 2012/2013, em que as estatísticas apontam para 70% da área plantada de milho no país (GALVÃO et al., 2012), verifica-se um crescimento que se deve, é claro, aos benefícios usufruídos pelo produtor, seja na eficiência e facilidade de controle de pragas, seja na otimização das tarefas de tratos culturais. Além disso, essa tecnologia trouxe consigo outras características como a redução da dependência de inseti-

cidas químicas para o controle das principais pragas da cultura.

O milho *Bt*, atualmente comercializado no Brasil, pode expressar em seus tecidos uma, duas ou até três proteínas obtidas da bactéria *Bacillus thuringiensis* e tem como pragas-alvo as espécies de Lepidópteros que atacam o milho. No entanto, a expressão contínua das proteínas inseticidas durante todo o ciclo das plantas *Bt*, somada a esta rápida adoção, representam ameaças à sua durabilidade, pela forte pressão de seleção sobre os insetos-praga. O grande risco da utilização em massa dessa tecnologia, sem as prevenções adequadas, é o desenvolvimento da resistência de insetos. Trabalhos recentes sobre esse risco têm mostrado a evolução da resistência da lagarta-da-espiga-do-milho (*Helicoverpa zea*) e das larvas-de-diabrotica (*Diabrotica v. virgifera*) nos EUA; da lagarta-rosada (*Pectinophora gossypiella*) na Índia; da broca-do-colmo (*Busseola fusca*) na África e da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) em Porto Rico. Por outro lado, desde 1997, com a primeira praga-alvo controlada pelo milho *Bt* nos EUA, a lagarta-europeia-do-milho (*Ostrinia nubilalis*), até hoje, não se tem registro da sua resistência às proteínas *Bt*. Portanto, os problemas devem ser tratados caso a caso, com foco nas estratégias para o manejo da resistência.

Com o aumento do uso da tecnologia *Bt* no controle das lagartas em áreas extensas aumenta também a frequência de insetos resistentes. Tal frequência pode ser rapidamente elevada quando ocorrer o cruzamento entre dois espécimes sobreviventes nas lavouras *Bt*, dando origem a uma nova raça de insetos totalmente resistente. Infelizmente, aparentemente tais novas raças foram rapidamente construídas.

Para se reduzir a velocidade de crescimento de populações resistentes ao milho *Bt* e a outras culturas *Bt*, têm sido propostos o

desenvolvimento e o uso de plantas que expressem alta dose da toxina e o plantio de áreas denominadas refúgio (planta isogênica não *Bt*), que devem estar no máximo a 800 metros de distância da área de cultivo *Bt*. Tais estratégias, aliadas a outros fatores de mortalidade das espécies-alvo, como os inimigos naturais, podem propiciar um controle mais duradouro da tecnologia *Bt*. Na realidade, o que deve ser reconhecido é a ineficiência de qualquer tecnologia quando utilizada sem a integração com outras táticas, como preconizado pelo manejo integrado.

A área de refúgio significa o plantio de até 10% do tamanho da área de milho *Bt* com milho não *Bt*, cujo objetivo é propiciar a reprodução de insetos suscetíveis à toxina na expectativa de que estes irão cruzar com possíveis insetos resistentes originados da área *Bt*, gerando populações totalmente suscetíveis. Esta possibilidade é real, considerando que a população de insetos sobreviventes na área de refúgio deve ser maior do que a dos sobreviventes na área cultivada com o milho *Bt*, o que aumenta a probabilidade dos cruzamentos entre os resistentes com os suscetíveis.

Apesar das explicações técnicas sobre a razão da área de refúgio, a sua efetiva utilização ainda é muito baixa no Brasil. Talvez seja em decorrência do fato de não haver clareza sobre como conduzir a área de refúgio em relação à incidência das pragas. Por exemplo, as sementes de milho não *Bt* de igual ciclo e porte, preferencialmente um híbrido isogênico, ou seja, diferente do milho *Bt* apenas por esta característica, com as quais se cultivarão os 10% da área total (refúgio), na maioria das vezes não estão disponíveis comercialmente. A utilização de mistura de sementes *Bt* com sementes não *Bt* na embalagem comercial tem sido também pensada como estratégia de manejo da resistência. No entanto, tal procedimento deve ser mais bem pesquisado. Por exemplo, os danos verificados

na lavoura pode ser por causa da presença de lagartas nas plantas suscetíveis, o que é normal, ou em plantas resistentes, que pode ser um indicativo de quebra de resistência. Pode também acontecer a situação em que a lagarta após uma alimentação inicial em uma planta *Bt* migra para a planta suscetível e assim recupera seu desenvolvimento normal.

Outro ponto importante diz respeito ao controle da praga-alvo do milho *Bt*. Na área de refúgio é permitido o controle das pragas-alvo, desde que não sejam usados bioinseticidas à base de *Bt*. Esta afirmação tem contribuído muito para confundir o agricultor, pois, como já mencionado anteriormente, a área de refúgio é recomendada exatamente para propiciar que a praga-alvo sobreviva até a fase adulta (mariposa). No entanto, nada é especificado sobre a “quantidade permitida” de insetos adultos, nem quando devem ser utilizadas medidas de controle. Por exemplo, uma medida de controle de alta eficiência pode eliminar a praga ou propiciar o desenvolvimento, até a fase adulta, de pouquíssimos insetos, invalidando o conceito de área de refúgio. Há que se considerar também a presença de insetos não alvos, como os sugadores. A aplicação de inseticidas para tais pragas pode afetar também as lagartas-alvo da planta *Bt*. Portanto, é essencial aplicar na área de refúgio os preceitos do manejo integrado, priorizando, por exemplo, o controle biológico, por ser uma tática que atua em função da densidade populacional das pragas. Ou seja, a densidade populacional do agente de controle biológico aumenta ou diminui em função do aumento ou da redução da densidade populacional da praga. Adicionalmente, a aplicação correta do MIP na área de refúgio pode inclusive ser considerada uma maneira de aumentar os agentes de controle biológico natural a ponto de também contribuir com a redução das pragas (alvo e não alvo do milho *Bt*) na área de plantio do milho *Bt*. Este conceito inclusive pode ser utilizado em relação à espécie *H. armigera*, nota-

damente pela utilização dos parasitoides de ovos.

Deve ser mencionado que, além do milho, a tecnologia *Bt* também está incorporada em algodão e soja, sendo basicamente com as mesmas proteínas inseticidas. Assim sendo, os conceitos sobre área de refúgio devem ser adaptados para todos estes cultivos. Considerando ainda que as pragas-alvos da tecnologia *Bt* basicamente são as mesmas nos cultivos mencionados, mas não exclusivas destes hospedeiros, o que tem propiciado fluxo contínuo de mariposas (detectado em armadilhas de feromônio), os riscos de haver quebra de resistência na tecnologia *Bt* é alto. Portanto, não se pode confiar em uma só tecnologia para reduzir os danos de insetos fitófagos. Assim, deve-se utilizar o manejo integrado.

A cultura do sorgo tem apresentado expansão no Brasil; estima-se que o sorgo granífero no país tenha alcançado os 900 mil ha na safra de 2012/2013 (IBGE, 2012). Embora não existam estatísticas oficiais, muito se tem especulado sobre o aumento da área plantada com o sorgo forrageiro e o potencial que representa o sorgo sacarino e biomassa (bioenergia) para a matriz energética do país. Além disso, a alta do preço do milho tem reflexo direto no aumento do preço desse cereal. Aumento de produtividade tem sido observado, sobretudo em função do maior emprego de tecnologia nesse cultivo. Adicionalmente, o sorgo é importante no sistema de rotação de culturas e na produção de biomassa no sistema de plantio direto, dado o seu denso e dinâmico sistema radicular, capaz de descompactar o solo e movimentar os nutrientes nas suas diferentes camadas. A ocorrência de insetos-pragas é um dos fatores de prejuízos na cultura do sorgo, seja qual for sua aptidão. Nesse sentido, vale ressaltar que, em função da aptidão do cultivo, tem-se um ou outro grupo de insetos-praga que assumem o patamar de pragas-chave para essa lavoura. Além da infestação de pragas de solo, sugadores

e outros fitófagos, duas espécies de Lepidoptera (lagartas) devem ser também alvo de atenção.

A primeira praga é a lagarta-do-cartucho-do-milho (*S. frugiperda*), que, por seu hábito alimentar polífago, é foco de atenção não somente no milho ou sorgo, mas nas principais culturas do sistema de produção do cerrado e centro sul do país, como algodão, soja, milheto e outras. No sorgo, vêm sendo registrados prejuízos nos tipos granífero, sacarino e forrageiro. No caso do sorgo granífero, como se trata de uma cultura de risco na safrinha, a maior parte dos produtores investe pouco em insumos e não realizam mais do que uma pulverização para o controle dessa lagarta. Nesse caso, os danos causados podem ser ainda maiores, pois não há investimento no controle da praga. Aqui ressaltamos a importância de se avaliar o sistema de produção como um todo, não somente por cultivos, pois a manutenção inadequada de uma lavoura que compõe o sistema, com a população de insetos-praga acima dos níveis toleráveis, pode levar a grandes prejuízos nas lavouras subsequentes.

Outra espécie de praga com grande potencial de dano em sorgo, sobretudo naqueles de grande porte, como sacarino, forrageiro e biomassa, é a broca-da-cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*). Essa praga, além de polífaga e sobreviver em várias plantas hospedeiras no sistema de produção, como milho e milheto, é de difícil controle, por viver dentro do colmo da planta hospedeira. Assim, como para a espécie anterior, estratégias inadequadas ou ineficientes de manejo têm contribuído para potencializar os danos causados pela espécie no campo.

Nesse sentido, práticas inadequadas e ineficientes, como aplicações de inseticidas no momento errado (estádio não suscetível da praga ou do cultivo), aplicação com equipamentos desregulados,

excesso do produto (dose e número de aplicações), além da escolha de hospedeiros suscetíveis à praga para rotação de cultura, dentre outras práticas, favorecem o número de gerações de insetos-praga dentro do ciclo de cultivo e do ano, conseqüentemente. Assim, são necessárias estratégias de MIP que aumentam a sustentabilidade do sistema de produção, no que tange ao controle de insetos-pragas.

Referências

AGROFIT. **Base de dados de produtos agrotóxicos e fitossanitários**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 27 maio 2013.

BOMBARDI, L. M. A intoxicação por agrotóxicos no Brasil e a violação dos direitos humanos. In: MERLINO, T.; MENDONÇA, M. L. (Org.). **Direitos humanos no Brasil 2011**: relatório da Rede Social de Justiça e Direitos Humanos. São Paulo: Rede Social de Justiça e Direitos Humanos, 2011. p. 71-82. Disponível em: <http://www.social.org.br/DH_2011_ALTA.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2013.

CARNEIRO, F. F.; PIGNATI, W.; RIGOTTO, R. M.; AUGUSTO, L. G. S.; RIZOLLO, A.; MULLER, N. M.; ALEXANDRE, V. P.; FRIEDRICH, K.; MELLO, M. S. C. **Dossiê ABRASCO**: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: ABRASCO, 2012. 98 p.

GALVÃO, A.; CUNHA, J.; BISINOTTO, F.; ATTIE, J. **Relatório biotecnologia**. Uberlândia: Céleres, 2012.

IBGE. **Censo agropecuário do Brasil, 2006**. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Área plantada, produção agrícola, safras 1998**: série histórica. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric> >. Acesso em: 21 mar. 2012.

PIGNATI, W. A.; MACHADO, J. M. H. O agronegócio e seus impactos na saúde dos trabalhadores e da população do estado de Mato Grosso. In: MINAYO, C.; MACHADO, J. M. H.; PEN, P. G. L. (Org.). **Saúde do trabalhador na sociedade brasileira contemporânea**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2011. p. 245-272.

SEMINÁRIO DE MERCADO DE AGROTÓXICO E REGULAÇÃO, 2., 2012, Brasília. **[Anais...]** Brasília: ANVISA, 2012.

SINDICATO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS - SINDAG. **Dados de produção e consumo de agrotóxicos**. Disponível em: <<http://www.sindag.com.br>>. Acesso em: 20 dez. 2011.

SINDICATO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS - SINDAG. **Vendas de defensivos agrícolas são recordes e vão a US\$ 8,5 bi em 2011**. Disponível em: <http://www.sindag.com.br/noticia.php?News_ID=2256>. Acesso em: 22 abr. 2012.

THEISEN, G. **O mercado de agroquímicos**. Disponível em: <http://www.cpacpact.embrapa.br/eventos/2010/met/palestras/28/281010_Painel3_Giovani_THEISEN.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2012.

WORKSHOP MERCADO BRASILEIRO DE FITOSSANITÁRIOS, AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO DE MISTURADORES, ABASTECE-DORES E APLICADORES DE AGROTÓXICOS, 2009, Brasília.

Anais... São Paulo: Sindicato Nacional das Indústrias de Defensivos Agrícolas, 2009.

Anexo I: Insetos sugadores de milho e de sorgo



Figura 1. Tripes *Frankliniella williamsi* em milho.



Figura 2. Ninfa de tripes no cabelo do milho.



Figura 3. Adulto do percevejo-barriga-verde.



Figura 4. Adulto do percevejo-barriga-verde em milho.



Figura 5. Postura do percevejo-barriga-verde.



Figura 6. Ninfas recém-nascidas do percevejo-barriga-verde.



Figura 7. Sintoma de danos do percevejo-barriga-verde em milho.



Figura 8. Adulto da cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis*.



Figura 9. Local de postura de *Dalbulus maidis* em milho.



Figura 10. Ovos da cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis*.



Figura 11. Área com alta incidência de enfezamento provocado por patógenos transmitidos pela cigarrinha *Dalbulus maidis*.



Figura 12. Multiespigamento como sintoma de danos da cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis*.



Figura 13. Espuma protetora da fase jovem da cigarrinha-das-pastagens.



Figura 14. Presença da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, em milho.



Figura 15. Sintoma de dano da cigarrinha-das-pastagens, *Deois flavopicta*, em milho.



Figura 16. Planta de milho morta pela cigarrinha-das-pastagens.



Figura 17. Área de milho com danos severos da cigarrinha-das-pastagens.



Figura 18. Colônia inicial do pulgão *Rhopalosiphum maidis* em milho.



Figura 19. Colônia do pulgão *Rhopalosiphum maidis* em milho.



Figura 20. Colônia do pulgão *Rhopalosiphum maidis* próximo ao pendão.



Figura 21. Colônia do pulgão-verde-do-sorgo, *Schizaphis graminum*.

Anexo II: Insetos mastigadores de milho e de sorgo



Figura 1. Adulto e lagarta completamente desenvolvidos de *Elasmopalpus lignosellus*.



Figura 2. Sintoma de ataque da lagarta-elasmô em milho: "coração morto".



Figura 3. Presença de *Agrotis ipsilon* e planta cortada pela lagarta.



Figura 4. Lagarta-rosca, *Agrotis ipsilon*, e danos ocasionados ao milho.



Figura 5. Casal de *Diatraea saccharalis* e massa de ovos em folha de milho.



Figura 6. Presença de formas imaturas e pupa de *Diatraea saccharalis* no interior do colmo de milho.



Figura 7. Danos de *Diatraea saccharalis* em colmo de milho.



Figura 8 . Mariposa fêmea (acima) e macho de *Spodoptera frugiperda*.



Figura 9. Postura e lagartas de *Spodoptera frugiperda* em milho.



Figura 10. Presença de lagartas de *Spodoptera frugiperda* e danos em milho.



Figura 11. Presença de lagarta e danos de *Mocis latipes* em milho.



Figura 12. Mariposa e ovo de *Helicoverpa zea*.



Figura 13. Danos, lagarta e pupas de *Helicoverpa zea*.



Figura 14. Presença da lagarta e danos de *Helicoverpa armigera* na espiga de milho e na maçã do algodão.



Figura 15. Presença da mariposa de *Dichomeris famulata* (acima) e da larva e danos na espiga de milho.



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

